

Requested Patent: WO03066270A1

Title:

DEVICE FOR THE COMPRESSED CONNECTION OF ELECTRIC CONDUCTORS  
USING ULTRASONIC ENERGY ;

Abstracted Patent: WO03066270 ;

Publication Date: 2003-08-14 ;

Inventor(s): DOBERNECKER KLAUS-ECKHART (DE) ;

Applicant(s):

FORSCH ENTWICKLUNG KLAUS DOB (DE); DOBERNECKER KLAUS-ECKHART  
(DE) ;

Application Number: WO2002EP14729 20021223 ;

Priority Number(s): DE20021004961 20020206 ;

IPC Classification: B23K20/10; H01R43/02 ;

Equivalents: AU2002361209, DE10204961, EP1472041, A1 ;

ABSTRACT:

The invention relates to a device for the compressed connection of electric conductors, in particular in the form of stranded wires. Said device comprises a sonotrode (1) that generates acoustic oscillations, at least one counter-electrode (2) that is allocated to the sonotrode (1) and can be displaced in relation to the latter, in addition to a compression chamber (4) that is designed to receive the conductor. According to the invention, the cross-section, which lies approximately perpendicular to the longitudinal axis of the conductors to be connected, of the compression chamber (4) is only delimited during the compression of the connection by the internal limiting surfaces (6) of the sonotrode (1) and the counter electrode (2, 3) and said internal limiting surfaces (6) form, during compression, a triangular cross-section that lies approximately perpendicular to the longitudinal axis of the conductors to be connected. The counter-electrode (2, 3) has two counter-electrode parts (2, 3) that can be displaced towards one another, thus forming the triangular cross-section together with the internal limiting surfaces (6) of the sonotrode (1).

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. August 2003 (14.08.2003)

PCT

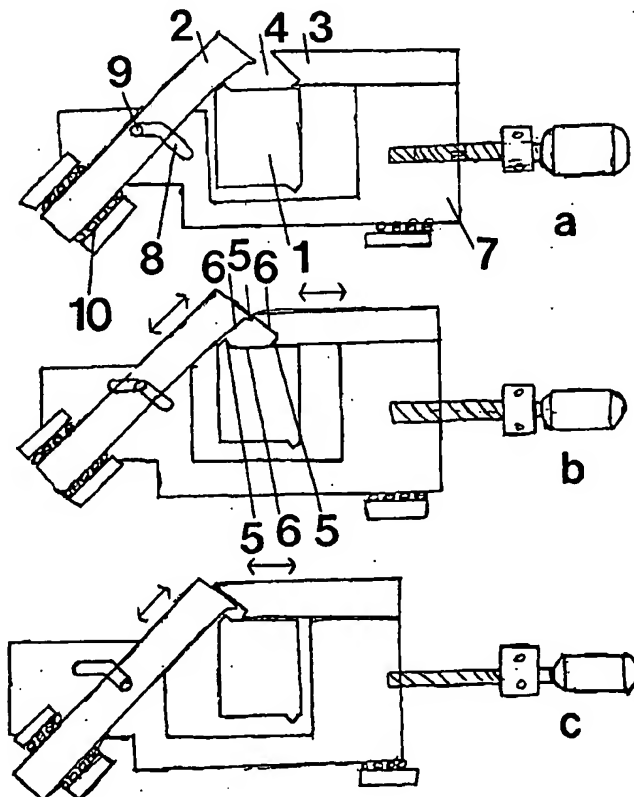
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/066270 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B23K 20/10, H01R 43/02 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FORSCHUNG + ENTWICKLUNG KLAUS DOBERNECKER ING. GRAD. [DE/DE]; Voltastrasse 10, 63477 Maintal 1 (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/14729
- (22) Internationales Anmeldedatum: 23. Dezember 2002 (23.12.2002) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DOBERNECKER, Klaus-Eckhart [DE/DE]; In den Krehlwiesen 23, 63517 Rodenbach 2 (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102 04 961.0 6. Februar 2002 (06.02.2002) DE (74) Anwalt: LEINE & WAGNER; Burckhardtstrasse 1, 30163 Hannover (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR THE COMPRESSED CONNECTION OF ELECTRIC CONDUCTORS USING ULTRASONIC ENERGY

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM VERDICHTENDEN VERBINDEN ELEKTRISCHER LEITER MIT ULTRASCHALL-ENERGIE



(57) Abstract: The invention relates to a device for the compressed connection of electric conductors, in particular in the form of stranded wires. Said device comprises a sonotrode (1) that generates acoustic oscillations, at least one counter-electrode (2) that is allocated to the sonotrode (1) and can be displaced in relation to the latter, in addition to a compression chamber (4) that is designed to receive the conductor. According to the invention, the cross-section, which lies approximately perpendicular to the longitudinal axis of the conductors to be connected, of the compression chamber (4) is only delimited during the compression of the connection by the internal limiting surfaces (6) of the sonotrode (1) and the counter electrode (2, 3) and said internal limiting surfaces (6) form, during compression, a triangular cross-section that lies approximately perpendicular to the longitudinal axis of the conductors to be connected. The counter-electrode (2, 3) has two counter-electrode parts (2, 3) that can be displaced towards one another, thus forming the triangular cross-section together with the internal limiting surfaces (6) of the sonotrode (1).

(57) Zusammenfassung: Diese Anmeldung beschreibt eine Vorrichtung zum verdichtenden Verbinden elektrischer Leiter insbesondere in Form von Litzen, umfassend - eine Schallschwingungen erzeugende Sonotrode (1), - mindestens eine und der Sonotrode (1) zugeordnete und zu dieser relativ bewegbare Gegenelektrode

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/066270 A1



(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

*mit internationalem Recherchenbericht*

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(2), sowie - einen zur Aufnahme der Leiter bestimmten Verdichtungsraum (4), wobei - der zumindest nahezu orthogonal zur Längsachse der zu verbindenden Leiter liegende Querschnitt des Verdichtungsraumes (4) beim verdichtenden Verbinden nur durch die inneren Begrenzungsflächen (6) der Sonotrode (1) und der Gegenelektrode (2, 3) bestimmt wird, und - die inneren Begrenzungsflächen (6) beim Verdichten einen in zumindest nahezu orthogonal zur Längsachse der zu verbindenden Leiter liegenden dreieckförmigen Querschnitt bilden und die Gegenelektrode (2, 3) zwei aufeinanderlaufbare und dabei in Verbindung mit der inneren Begrenzungsfläche (6) der Sonotrode (1) den dreieckförmigen Querschnitt bildende Gegenelektrodenanteile (2, 3) aufweist.

VORRICHTUNG ZUM VERDICHTENDEN VERBINDEN ELEKTRISCHER LEITER MIT  
ULTRASCHALLENGIE

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum verdichtenden Verbinden elektrischer Leiter sowie entsprechende Verwendungen.

Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl von verschiedenen Vorrichtungen bekannt, mit denen elektrische Leiter insbesondere in Form von Litzen verdichtend verbunden werden können.

Hierbei handelt es sich häufig um solche Vorrichtungen, bei denen in einen halboffenen Raum die zu verbindenden Leiter gelegt werden, um anschließend über eine Schallschwingungen erzeugende Sonotrode und eine Gegenelektrode verdichtend verbunden zu werden. Der Verdichtungsraum wird hierbei von den inneren Begrenzungsflächen der Sonotrode, der Gegenelektrode sowie von weiteren Begrenzungselementen definiert.

In EP 0 143 936 B2 wird eine Vorrichtung zum Verbinden bzw. Verdichten elektrischer Leiter in Form von Litzen offenbart, die eine Schallschwingungen erzeugende Sonotrode, mit dieser zugeordneter und zu dieser relativ bewegbarer als Amboß dienender Gegenelektrode sowie einem zur Aufnahme der Leiter bestimmten Verdichtungsraum aufweist, von dem gegenüberliegende Begrenzungsflächen von jeweils zumindest einer Fläche der Sonotrode und des Ambosses gebildet sind, wobei der Verdichtungsraum in seinem Querschnitt in einer ersten Richtung durch Verändern des Abstandes der Fläche von Sonotrode und Amboß einstellbar ist, wobei die verbleibenden gegenüberliegenden Begrenzungsflächen von Begrenzungselementen gebildet sind, von denen zur Veränderung des Querschnittes des Verdichtungsraumes in einer zur ersten Richtung senkrecht verlaufenden Richtung zur Einstellung des Verdichtungsraums auf Leiter unterschiedlicher Querschnitte zumindest ein Begrenzungselement eine verschiebbare bzw. wegkippbare Backe ist.

Nachteilig hieran ist die Tatsache, daß mit den aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen lediglich relativ kantige Leiterquerschnitte erhalten werden, die für viele Applikationen aufgrund der späteren sehr beengten Einbauverhältnisse der Leiter wegen des relativ großen Querschnittsflächenbedarfs als nachteilig angesehen werden. Hinzu kommt eine größere Verletzungsgefahr aufgrund des häufig relativ scharfkantigen Leiterquerschnitts.

Aus dem vorgenannten ergibt sich das Problem, die oben genannten Nachteile zumindest teilweise zu beseitigen bzw. zu vermeiden. Das sich ergebende Problem besteht insbesondere darin, eine Vorrichtung und Verfahren zum verdichtenden Verbinden elektrischer Leiter insbesondere in Form von Litzen bereitzustellen, bei denen die üblichen relativ scharfkantigen und flächenmäßig ungünstigen Leiterquerschnitte vermieden werden, die Vorrichtungen nur einen sehr geringen Wartungsaufwand benötigen und die entsprechenden Verfahren sicher, effizient und daher kostengünstig funktionieren.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1, ein Verfahren nach Anspruch 13 sowie durch Verwendungen nach den Ansprüchen 14 und 15 gelöst.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum verdichtenden Verbinden elektrischer Leiter insbesondere in Form von Litzen umfaßt eine Schallschwingungen erzeugende Sonotrode, mindestens eine und der Sonotrode zugeordnete und zu dieser relativ bewegbare Gegenelektrode sowie einen zur Aufnahme der Leiter bestimmten Verdichtungsraum, wobei der zumindest nahezu orthogonal zur Längsachse der zu verbindenden Leiter liegende Querschnitt des Verdichtungsraumes beim verdichtenden Verbinden nur durch die inneren Begrenzungsflächen der Sonotrode und der Gegenelektrode bestimmt wird. Erfindungsgemäß bilden die inneren Begrenzungsflächen beim Verdichten einen in zumindest nahezu orthogonal zur Längsachse der zu verbindenden Leiter liegenden dreieckförmigen Querschnitt, wobei die Gegenelektrode zwei aufeinanderlaufbare und dabei in Verbindung mit der inneren Begrenzungsfläche der Sonotrode den dreieckförmigen Querschnitt bildende Gegenelektrodenanteile aufweist. Hierbei können die inneren Begrenzungsflächen leicht konkav geformt sein.

Der große Vorteil dieser Ausführungsform ist die Tatsache, daß durch den dreieckförmigen Querschnitt nach dem verdichtenden Verbinden mittels Ultraschalleinwirkung überraschenderweise im Vergleich zu den üblichen rechteckförmigen Querschnitten das „verschweißte“ Leitergefüge sehr homogen ist und ein unbeabsichtigtes Herauslösen einzelner Leiter damit wirksam vermieden wird. Wahrscheinlich liegt die Ursache darin, daß beim Aufbringen der Ultraschallenergie aufgrund einer Energiedissipation im verdichteten

Leitermaterial eben die Randbereiche bei den üblichen rechteckförmigen Querschnitten im Vergleich zu den inneren Bereichen erheblich weniger und ungleichmäßiger beaufschlagt werden, so daß es zu den häufigen unhomogenen „Verschweißungen“ kommt, die sich bis zum Herauslösen einzelner Leiterlitzen dokumentieren, die höchst unerwünscht sind, um insbesondere Kurzschlüsse von dicht beieinanderliegenden Leitern aufgrund von sich berührenden Einzellitzen zu verhindern bzw. eine Verletzungsgefahr beim Arbeiten zu verringern.

Der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens gestaltet sich wie folgt:

Zunächst werden die zu verbindenden Leiter in einen noch zumindest halboffenen Verdichtungsraum aufgenommen, danach der Verdichtungsraum bezüglich des zumindest nahezu orthogonal zur Längsachse der zu verbindenden Leiter liegenden Querschnittes geschlossen (wobei der Begriff „geschlossen“ erfindungsgemäß dahingehend zu verstehen ist, daß zumindest keine einzelne Litze sich verklemmen kann und daher im Mikrometerbereich liegt; folglich hat man es hier zumindest mit einem bezüglich der zu verbindenden Leitergutes mit einem jeweils vorher definierten Abstand zu tun) der Querschnitt bis zum mechanischen Verdichten der Leiter verkleinert, im Anschluß daran die Leiter über eine Sonotrode mit Schallschwingungen verbindend beaufschlagt, um schließlich die verdichtend verbundenen Leiter freizugeben, wobei das Schließen des Verdichtungsraumes mittels Aufeinanderfahrens der zwei Gegenelektrodenanteile und/oder mittels Gleitens mindestens eines Gegenelektrodenanteils an der Sonotrode in einem definierten Abstand, die Verkleinerung des Querschnittes mittels reibenden Gleitens der Gegenelektrodenanteile aneinander und Gleitens der Gegenelektrodenanteile an der Sonotrode in einem definierten Abstand und die Freigabe mittels Auseinanderfahrens der beiden Gegenelektrodenanteile voneinander und/oder Auseinanderfahrens mindestens eines Gegenelektrodenanteils von der Sonotrode und/oder freigebendem Aneinandergleiten mindestens eines Gegenelektrodenanteils an der Sonotrode bewerkstelligt wird.

Die beiden Gegenelektrodenanteile berühren sich beim verdichtenden Verbinden, während die Gegenelektrodenanteile in einem definierten und für den jeweiligen Zweck passenden Abstand von der Sonotrode angeordnet sind.

Diese Spaltmaße (also die jeweiligen Abstände) der aneinandergleitenden Flächen (Gegenelektrodenfläche und Sonotrodenfläche) beträgt in der Regel ca. 10µm.

In vorteilhafter Weise ist der Querschnitt ein gleichseitiges Dreieck, da es bei in der Regel planen und geraden inneren Begrenzungsflächen zwingend ist, daß die Winkel zwischen den inneren Begrenzungsflächen 60 ° betragen, um ein verklemmendes Gleiten zu verhindern.

Mindestens eine innere Begrenzungsfläche aus der Gruppe Sonotrode und Gegenelektrodenanteile; insbesondere jedoch sämtliche innere Begrenzungsflächen, weist eine aus der Ebene der inneren Begrenzungsfläche herausragende Leiterauffläche auf, um beim Verdichten der jeweiligen Leiter ein Verklemmen zwischen Gegenelektrodenanteilen und der Sonotrode zu vermeiden. Zwecks einer besonders sicheren Vermeidung des oben erwähnten Verklemmens ist es besonders von Vorteil, wenn mindestens eine, insbesondere sämtliche, Leiterauffläche in bezug auf deren Oberfläche konkav ausgebildet ist.

Die nachfolgenden Ausführungsformen haben sich in der Praxis als besonders vorteilhaft herausgestellt:

Die Gegenelektrodenanteile und/oder die Sonotrode bestehen aus einem Stahl aus der Gruppe der Kaltarbeitsstähle.

Bei den Kaltarbeitsstählen handelt es sich um solche aus der Gruppe mit folgender Zusammensetzung:

- 1,50 – 1,60 Gew.-% C, 0,10 – 0,40 Gew.-% Si, 0,15 – 0,45 Gew.-% Mn, 11,50 – 12,50 Gew.-% Cr, 0,60 – 0,80 Gew.-% Mo, 0,90 – 1,10 Gew.-% V, sowie neben geringen Verunreinigungen als Hauptbestandteil Fe,
- 2,00 – 2,25 Gew.-% C, 0,10 – 0,40 Gew.-% Si, 0,15 – 0,45 Gew.-% Mn, 11,00 – 12,00 Gew.-% Cr, 0,60 – 0,80 Gew.-% W sowie neben geringen Verunreinigungen als Hauptbestandteil Fe.

Die Gegenelektrodenanteile werden über Zylinder angetrieben, wobei es sich insbesondere um Pneumatikzylinder (Zylinder, die über insbesondere Preßluft angetrieben werden) handelt.

Schließlich handelt es sich in vorteilhafter Weise bei mindestens einem Zylinder um einen Tandemzylinder, da auf diese Weise eine stufenweise Anpassung der zu applizierenden Kraft der Sonotrode bzw. des jeweiligen Gegenelektrodenteils auf die zu verdichtenden Leiter bewerkstelligbar ist. Erfindungsgemäß ist unter dem Begriff „Tandemzylinder“ ein Zylinder zu verstehen, bei dem mindestens zwei Kolben hintereinander auf der gleichen Kolbenstange angeordnet sind.

Als eine sehr kompakte und kostengünstige Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung hat es sich in der Praxis als vorteilhaft herausgestellt, wenn beide Gegenelektrodenteile über einen einzigen Antrieb bewegbar sind, wobei die Bewegungsabläufe über eine Zwangsverbindung synchronisiert werden, insbesondere wenn es sich bei der Zwangsverbindung um ein Schiebeelement handelt, an dem das eine Gegenelektrodenteil starr angebracht ist und das andere Gegenelektrodenteil über ein mit dem Schiebeelement fest verbundenen und in eine Führungsausnehmung des anderen Gegenelektrodenteils eingreifendes Führungselement geführt wird, wobei zumindest das andere Gegenelektrodenteil in einer Zwangsführung bewegbar gelagert ist.

Die Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Ultraschallschweißen, beispielsweise von Rohren, insbesondere die Verwendung zum Ultraschallschweißen von elektrischen Leitern insbesondere in Form von Litzen weist die oben beschriebenen Vorteile auf.

Die üblicherweise zu applizierenden Kräfte zum Verdichten der Leiter liegt in der Größenordnung von ca. 1000 bis zu mehreren Tausenden Newton, wobei die zu beaufschlagende Energiedichte der Ultraschallwellen, die bezüglich ihrer Frequenz im Bereich von ca. 20 - 40 kHz anzusiedeln sind, in der Größenordnung von etwa 1 - 20 J/mm<sup>3</sup> liegt (J entspricht Ws).

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand mehrerer Zeichnungen erläutert..



In den Zeichnungen zeigen:

Figur 1a - 1d – eine skizzenhafte Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in verschiedenen Stufen des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Figur 2a – 2c – eine skizzenhafte Querschnittsdarstellung einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in verschiedenen Stufen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In Figur 1a sind eine Sonotrode 1 und eine aus zwei Teilen bestehende Gegenelektrode 2,3 zu erkennen, die einen halboffenen dreieckförmigen Querschnitt 4 bilden. Die Sonotrode 1 weist eine Leiterrauffläche 5 und die Gegenelektrode 2,3 an jeweils einem Teil eine Leiterrauffläche 5,5 auf. Weiterhin weisen die Sonotrode 1 und die Gegenelektrode 2,3 innere Begrenzungsflächen 6, 6, 6 auf.

Nach Einlegen der zu verbindenden Leiter (diese würden aus der Papierebene herausragen) wird das linke Teil der Gegenelektrode 2 mittels eines Pneumatikzylinders (nicht abgebildet) auf die innere Begrenzungsfläche 6 des rechten Teils der Gegenelektrode 2 gefahren (die beiden Gegenelektrodenanteile berühren sich somit), so daß der dreieckförmige Verdichtungsraum 4 geschlossen ist (siehe Figur 1b).

Anschließend bewegt sich das rechte Teil der Gegenelektrode 2 nach links, während gleichzeitig das linke Teil der Gegenelektrode 3 nach schräg links unten gefahren wird, wodurch sich der Verdichtungsraum 4 verkleinert (siehe Figur 1c).

Diese Bewegungen werden solange fortgesetzt, bis der Verdichtungsraum 4 dem verdichteten Querschnitt der zu verbindenden Leiter entspricht (siehe Figur 1d).

Anschließend wird über die Sonotrode 1 auf die zu verbindenden Leiter entsprechend Ultraschallenergie appliziert, um danach den Verdichtungsraum 4 durch Bewegen des rechten Teils der Gegenelektrode 2 nach rechts wieder zu öffnen.

Bei all diesen Vorgängen berühren die beiden Gegenelektrodenanteile 2 und 3 nicht die Sonotrode 1.

In Figur 2a sind eine Sonotrode 1 und eine aus zwei Teilen bestehende Gegenelektrode 2,3 zu erkennen, die einen halboffenen dreieckförmigen Querschnitt 4 bilden. Die Sonotrode 1 weist

eine Leiterauflauffläche 5 und die Gegenelektrode 2,3 an jeweils einem Teil eine Leiterauflauffläche 5,5 auf. Weiterhin weisen die Sonotrode 1 und die Gegenelektrode 2,3 innere Begrenzungsflächen 6, 6, 6 auf.

Die beiden Gegenelektrodentteile 2, 3 sind zwangsverbunden über ein Schiebeelement 7, an dem das rechte Gegenelektrodentteil 3 starr angebracht ist. Das linke Gegenelektrodentteil 2 wird über eine mit dem linken Gegenelektrodentteil 2 fest verbundenen und in eine Führungsausnehmung 8 des Schiebeelementes 7 eingreifendes Führungselement 9 in Form eines Stiftes geführt, wobei das linke Gegenelektrodentteil 2 in einer Zwangsführung 10 bewegbar gelagert ist.

Nach Einlegen der zu verbindenden Leiter (diese würden aus der Papierebene herausragen) wird das rechte Gegenelektrodentteil 3 mittels eines Schrittmotors auf die innere Begrenzungsfläche 6 des linken Gegenelektrodentteils 2 gefahren (die beiden Gegenelektrodentteile berühren sich somit), so daß der dreieckförmige Verdichtungsraum 4 geschlossen ist (siehe Figur 2b).

Anschließend bewegt sich das rechte Gegenelektrodentteil 3 nach links, während gleichzeitig über das sich nach links bewegende Schiebeelement 7 über den in die Führungsausnehmung 8 des Schiebeelementes 7 eingreifenden Führungsstift 9 das linke Gegenelektrodentteil 2 nach schräg links unten gefahren wird, wodurch sich der Verdichtungsraum 4 verkleinert (siehe Figur 1c). Es handelt sich somit um eine spezielle Synchronisierung der Bewegungsabläufe der beiden Gegenelektrodentteile 2 und 3 über lediglich einen Antrieb.

Diese Bewegungen werden solange fortgesetzt, bis der Verdichtungsraum 4 dem verdichteten Querschnitt der zu verbindenden Leiter entspricht (siehe Figur 2c).

Anschließend wird über die Sonotrode 1 auf die zu verbindenden Leiter entsprechend Ultraschallenergie appliziert, um danach den Verdichtungsraums 4 durch Bewegen des rechten Gegenelektrodentteils 2 nach rechts wieder zu öffnen.

Bei all diesen Vorgängen berühren die beiden Gegenelektrodentteile 2 und 3 nicht die Sonotrode 1.

**Patentansprüche****Vorrichtung zum verdichtenden Verbinden elektrischer Leiter**

- 1.) Vorrichtung zum verdichtenden Verbinden elektrischer Leiter insbesondere in Form von Litzen, umfassend
  - eine Schallschwingungen erzeugende Sonotrode (1),
  - mindestens eine und der Sonotrode (1) zugeordnete und zu dieser relativ bewegbare Gegenelektrode (2, 3), sowie
  - einen zur Aufnahme der Leiter bestimmten Verdichtungsraum (4),dadurch gekennzeichnet, daß
  - der zumindest nahezu orthogonal zur Längsachse der zu verbindenden Leiter liegende Querschnitt des Verdichtungsraumes (4) beim verdichtenden Verbinden nur durch die inneren Begrenzungsflächen (6) der Sonotrode (1) und der Gegenelektrode (2, 3) bestimmt wird, und
  - die inneren Begrenzungsflächen (6) beim Verdichten einen in zumindest nahezu orthogonal zur Längsachse der zu verbindenden Leiter liegenden dreieckförmigen Querschnitt bilden und die Gegenelektrode (2, 3) zwei aufeinanderlaufbare und dabei in Verbindung mit der inneren Begrenzungsfläche (6) der Sonotrode (1) den dreieckförmigen Querschnitt bildende Gegenelektrodentteile (2, 3) aufweist.
- 2.) Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt ein gleichseitiges Dreieck ist.
- 3.) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine innere Begrenzungsfläche (6) aus der Gruppe Sonotrode (1) und Gegenelektrodentteile (2, 3) eine aus der Ebene der inneren Begrenzungsfläche (6) herausragende Leiterauffläche (5) aufweist.
- 4.) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche innere Begrenzungsflächen (6) jeweils eine Leiterauffläche (5) aufweisen.
- 5.) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Leiterauffläche (5) in bezug auf deren Oberfläche konkav ausgebildet ist.

- 6.) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenelektrodenanteile (2, 3) und/oder die Sonotrode (1) aus einem Stahl aus der Gruppe der Kaltarbeitsstähle bestehen.
- 7.) Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den Kaltarbeitsstählen um solche aus der Gruppe mit folgender Zusammensetzung handelt:
- 1,50 – 1,60 Gew.-% C, 0,10 – 0,40 Gew.-% Si, 0,15 – 0,45 Gew.-% Mn, 11,50 – 12,50 Gew.-% Cr, 0,60 – 0,80 Gew.-% Mo, 0,90 – 1,10 Gew.-% V, sowie neben geringen Verunreinigungen als Hauptbestandteil Fe,
  - 2,00 – 2,25 Gew.-% C, 0,10 – 0,40 Gew.-% Si, 0,15 – 0,45 Gew.-% Mn, 11,00 – 12,00 Gew.-% Cr, 0,60 – 0,80 Gew.-% W sowie neben geringen Verunreinigungen als Hauptbestandteil Fe.
- 8.) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenelektrodenanteile (2, 3) über Zylinder angetrieben werden.
- 9.) Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den Zylindern um Pneumatikzylinder handelt.
- 10.) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei mindestens einem Zylinder um einen Tandemzylinder handelt.
- 11.) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß beide Gegenelektrodenanteile (2, 3) über einen einzigen Antrieb bewegbar sind, wobei die Bewegungsabläufe über eine Zwangsverbindung synchronisiert werden.
- 12.) Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Zwangsverbindung um ein Schiebeelement (7) handelt, an dem das eine Gegenelektrodenenteil (2, 3) starr angebracht ist und das andere Gegenelektrodenenteil (3, 2) über ein mit dem anderen Gegenelektrodenenteil (3, 2) fest verbundenen und in eine Führungsausnehmung (8) des Schiebeelementes (7) eingreifendes Führungselement (9) geführt wird, wobei zumindest das andere Gegenelektrodenenteil (3, 2) in einer Zwangsführung (10) bewegbar gelagert ist.

- 13.) Verfahren zum verdichtenden Verbinden elektrischer Leiter insbesondere in Form von Litzen, bei dem zunächst die zu verbindenden Leiter in einen noch zumindest halboffenen Verdichtungsraum (4) aufgenommen werden, danach der Verdichtungsraum (4) bezüglich des zumindest nahezu orthogonal zur Längsachse der zu verbindenden Leiter liegenden Querschnittes geschlossen wird, der Querschnitt bis zum mechanischen Verdichten der Leiter verkleinert wird, im Anschluß daran die Leiter über eine Sonotrode (1) mit Schallschwingungen verbindend beaufschlagt werden, um schließlich die verdichtend verbundenen Leiter freizugeben, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 verwendet wird, so daß das Schließen des Verdichtungsraumes (4) mittels Aufeinanderfahrens der zwei Gegenelektrodenteile (2, 3) und/oder mittels Gleitens mindestens eines Gegenelektrodenteils (2, 3) an der Sonotrode (1) in einem definierten Abstand, die Verkleinerung des Querschnittes mittels reißenden Gleitens der Gegenelektrodenteile (2, 3) aneinander und Gleitens der Gegenelektrodenteile (2, 3) an der Sonotrode (1) in einem definierten Abstand und die Freigabe mittels Auseinanderfahrens der beiden Gegenelektrodenteile (2, 3) voneinander und/oder Auseinanderfahrens mindestens eines Gegenelektrodenteils (2,3) von der Sonotrode (1) und/oder freigebendem Aneinandergleiten mindestens eines Gegenelektrodenteils (2, 3) an der Sonotrode (1) bewerkstelligt wird.
- 14.) Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 zum Ultraschallschweißen.
- 15.) Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 zum Ultraschallschweißen von elektrischen Leitern insbesondere in Form von Litzen.

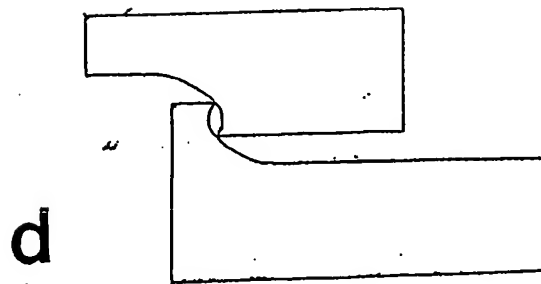
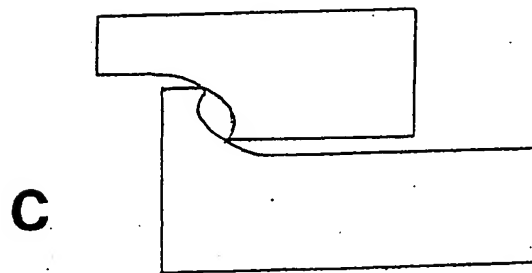
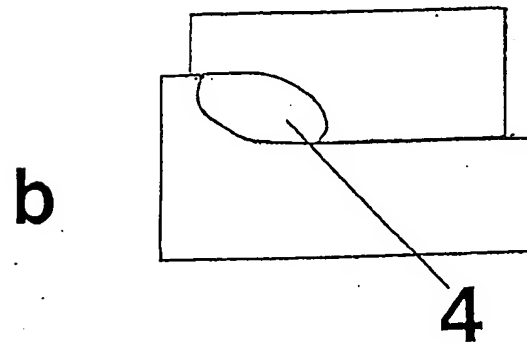
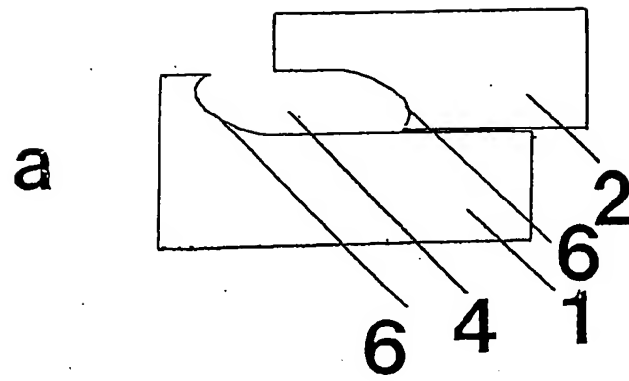


Fig. 1

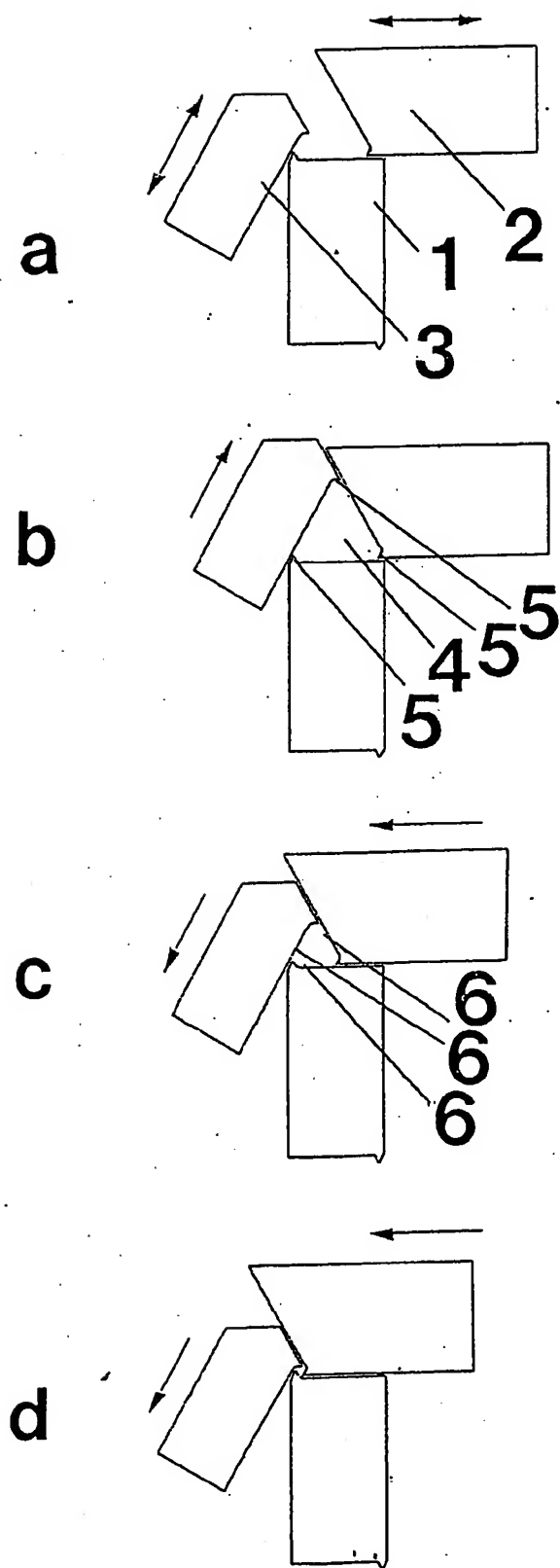


Fig. 7

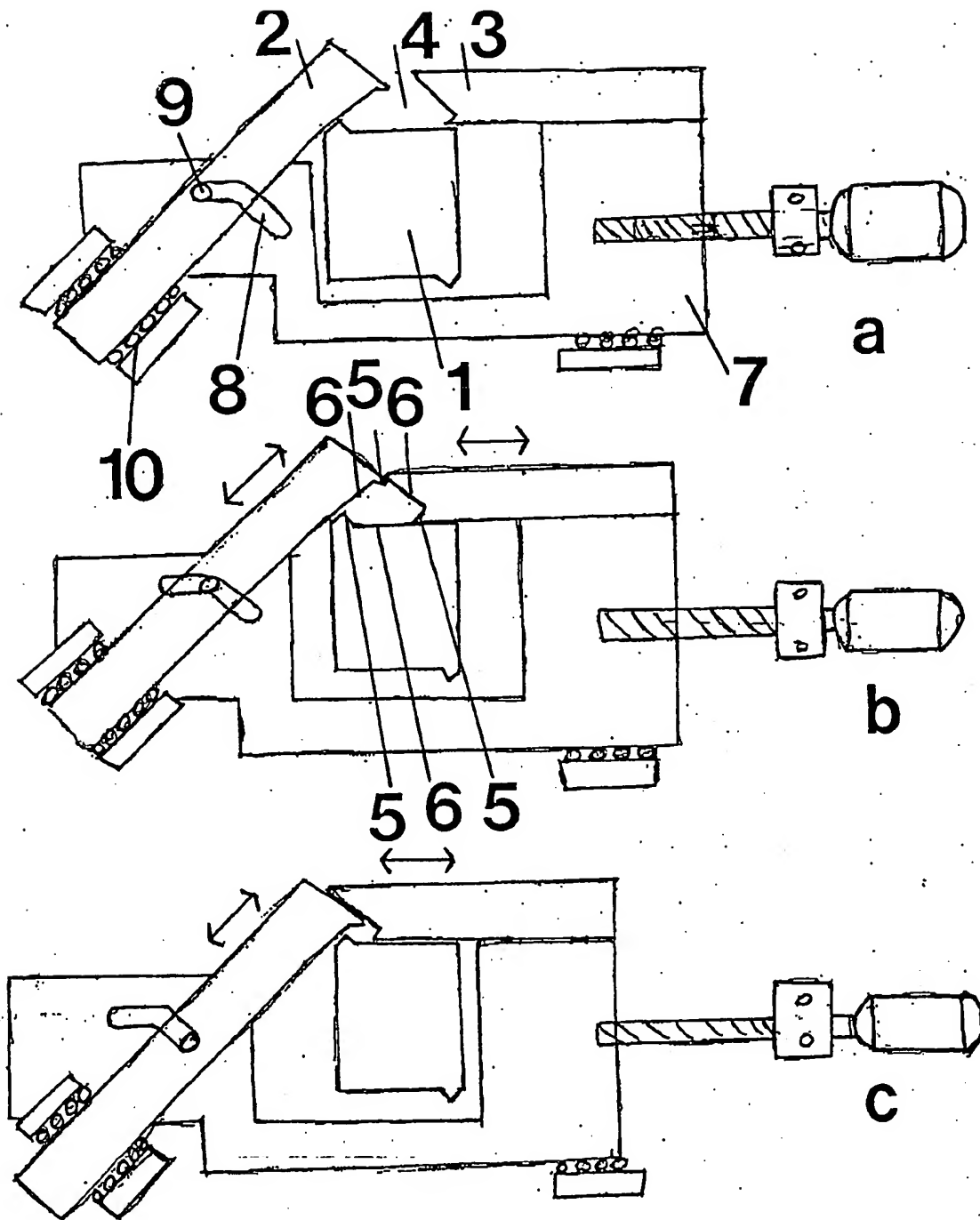


Fig. 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inten      I Application No  
PC1/EP 02/14729

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7    B23K20/10    H01R43/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7    B23K    H01R    B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 36 36 072 C (STAPLA ULTRASCHALLTECHNIK GMBH) 3 March 1988 (1988-03-03)	1,6, 8-10, 13-15
Y	column 7, line 35-59 column 9, line 66 -column 54; figures 1,3,5	3-5
Y	US 4 736 881 A (F.W. NIEBUHR) 12 April 1988 (1988-04-12) column 4, line 27-39; figure 2	3-5
A	US 6 079 608 A (E. STEINER ET AL) 27 June 2000 (2000-06-27) the whole document	1,13-15
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 May 2003

Date of mailing of the international search report

16/05/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jeggy, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interq Application No  
PCT/EP 02/14729

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 143 936 A (SCHUNK ULTRASCHALLTECHNIK GMBH) 12 June 1985 (1985-06-12) cited in the application the whole document -----	1,13-15
A	DE 197 49 682 A (DRAEXLMAIER LISA GMBH) 12 May 1999 (1999-05-12) column 7, line 10-19; figure 11 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.  
PCT/EP 02/14729

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3636072	C	03-03-1988	DE 3636072 C1	03-03-1988
			BR 8705662 A	31-05-1988
			CH 673911 A5	12-04-1990
			DE 3710603 C1	24-02-1994
			FR 2605539 A1	29-04-1988
			GB 2196893 A ,B	11-05-1988
			JP 1597572 C	28-01-1991
			JP 2019590 B	02-05-1990
			JP 63110584 A	16-05-1988
			US 4842671 A	27-06-1989
US 4736881	A	12-04-1988	DE 3151151 A1	30-06-1983
			AT 12362 T	15-04-1985
			EP 0083707 A1	20-07-1983
US 6079608	A	27-06-2000	DE 4335108 C1	05-01-1995
			AU 7937494 A	04-05-1995
			CZ 9601088 A3	13-11-1996
			DE 59403750 D1	18-09-1997
			WO 9510866 A1	20-04-1995
			EP 0723713 A1	31-07-1996
			ES 2107862 T3	01-12-1997
			SK 47996 A3	05-02-1997
			US 5941443 A	24-08-1999
EP 0143936	A	12-06-1985	DE 3335254 A1	18-04-1985
			AT 21844 T	15-09-1986
			BR 8404919 A	20-08-1985
			DD 222737 A5	22-05-1985
			DE 3460626 D1	09-10-1986
			EP 0143936 A1	12-06-1985
			ES 8603664 A1	16-04-1986
			JP 1864300 C	08-08-1994
			JP 5074912 B	19-10-1993
			JP 60107281 A	12-06-1985
			US 4596352 A	24-06-1986
			ZA 8407517 A	30-10-1985
DE 19749682	A	12-05-1999	DE 19749682 A1	12-05-1999
			AU 1754199 A	31-05-1999
			WO 9924810 A1	20-05-1999
			EP 1031021 A1	30-08-2000
			US 6393924 B1	28-05-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter des Aktenzeichen

PC1/er 02/14729

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 B23K20/10 H01R43/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B23K H01R B29C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 36 36 072 C (STAPLA ULTRASCHALLTECHNIK GMBH) 3. März 1988 (1988-03-03)	1,6, 8-10, 13-15
Y	Spalte 7, Zeile 35-59 Spalte 9, Zeile 66 -Spalte 54; Abbildungen 1,3,5	3-5
Y	US 4 736 881 A (F.W. NIEBUHR) 12. April 1988 (1988-04-12) Spalte 4, Zeile 27-39; Abbildung 2	3-5
A	US 6 079 608 A (E. STEINER ET AL) 27. Juni 2000 (2000-06-27) das ganze Dokument	1,13-15

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

7. Mai 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/05/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Bediensteter

Jeggy, T

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter des Aktenzeichen

PC 1/er 02/14729

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	EP 0 143 936 A (SCHUNK ULTRASCHALLTECHNIK GMBH) 12. Juni 1985 (1985-06-12) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ----	1,13-15
A	DE 197 49 682 A (DRAEXLMAIER LISA GMBH) 12. Mai 1999 (1999-05-12) Spalte 7, Zeile 10-19; Abbildung 11 -----	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung

sie zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen

PCT/EP 02/14729

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3636072 C	03-03-1988	DE 3636072 C1	03-03-1988
		BR 8705662 A	31-05-1988
		CH 673911 A5	12-04-1990
		DE 3710603 C1	24-02-1994
		FR 2605539 A1	29-04-1988
		GB 2196893 A ,B	11-05-1988
		JP 1597572 C	28-01-1991
		JP 2019590 B	02-05-1990
		JP 63110584 A	16-05-1988
		US 4842671 A	27-06-1989
US 4736881 A	12-04-1988	DE 3151151 A1	30-06-1983
		AT 12362 T	15-04-1985
		EP 0083707 A1	20-07-1983
US 6079608 A	27-06-2000	DE 4335108 C1	05-01-1995
		AU 7937494 A	04-05-1995
		CZ 9601088 A3	13-11-1996
		DE 59403750 D1	18-09-1997
		WO 9510866 A1	20-04-1995
		EP 0723713 A1	31-07-1996
		ES 2107862 T3	01-12-1997
		SK 47996 A3	05-02-1997
		US 5941443 A	24-08-1999
EP 0143936 A	12-06-1985	DE 3335254 A1	18-04-1985
		AT 21844 T	15-09-1986
		BR 8404919 A	20-08-1985
		DD 222737 A5	22-05-1985
		DE 3460626 D1	09-10-1986
		EP 0143936 A1	12-06-1985
		ES 8603664 A1	16-04-1986
		JP 1864300 C	08-08-1994
		JP 5074912 B	19-10-1993
		JP 60107281 A	12-06-1985
		US 4596352 A	24-06-1986
		ZA 8407517 A	30-10-1985
DE 19749682 A	12-05-1999	DE 19749682 A1	12-05-1999
		AU 1754199 A	31-05-1999
		WO 9924810 A1	20-05-1999
		EP 1031021 A1	30-08-2000
		US 6393924 B1	28-05-2002